

VELEUČILIŠTE U RIJECI

Ena Šmit

ARDUINO AUTOMOBIL

(specijalistički završni rad)

Rijeka, 2018.

VELEUČILIŠTE U RJEČI

Poslovni odjel

Specijalistički diplomski stručni studij

Informacijske tehnologije u poslovni sustavi na

Ena Šmit

ARDUINO AUTOMOBIL

(specijalistički završni rad)

MENTOR

STUDENT

M. sc. Vesna Krajčič, predavač

Ena Šmit

MBS: 2422000129/16

Rijeka, listopad 2018.

VELEUČILIŠTE U RIJECI

Prilog 1.

Poslovni odjel

Rijeka, 01.10.2018.

ZADATAK
za specijalistički završni rad

Pristupnik: Ena Šmit

MBS: 2422000129/16

Studentici specijalističkog diplomskog stručnog studija Informacijske tehnologije u poslovnim sustavima izdaje se zadatak specijalističkog završnog rada – tema specijalističkog završnog rada pod nazivom:

Arduino automobil

Sadržaj zadatka: Izraditi mobilni robot u obliku manjeg automobila na daljinsko upravljanje pomoću Arduino platforme i bluetooth tehnologije. Objasniti Arduino platformu, bluetooth tehnologiju, upotrijebljene motore i senzore te ostale komponente potrebne za izradu automobila. Također objasniti način sastavljanja navedenih dijelova kako bi se dobio gotov automobil. Povezati automobil preko Arduino pločice s mobitelom i objasniti programski dio za njihovu bluetooth komunikaciju. Izraditi i objasniti vlastitu Android aplikaciju za daljinsko upravljanje automobilom pomoću mobitela.

Preporuka: Prilikom izrade mobilnog robota u obliku automobila što je moguće više koristiti lako dostupne i jeftine komponente.


Rad obraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Veleučilišta u Rijeci.

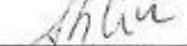
Zadano: 01.10.2018.

Predati do: 15.12.2018.

Mentorica:
mr. sc. Vesna Krajčič, predavač

v. d. pročelnika Poslovnog odjela:
mr. sc. Anita Stilić, viši predavač


(potpis mentorice)


(potpis pročelnice)

Zadatak primljen dana: 01.10.2018.

Ena Šmit

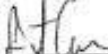
(potpis studentice)

Dostavlja se:
- mentorici
- pristupnici

IZJAVA

Izjavljujem da sam specijalistički završni rad pod naslovom _____
ARDUINO AUTOMOBIL izradio samostalno pod
nadzorom i uz stručnu pomoć mentora mr. sc. VESNA KRAJČI.

Ime i prezime



(potpis studenta)

Sažetak

Ovaj rad opisuje postupak izrade automobila na daljinsko upravljanje koristeći Arduino platformu i *bluetooth* tehnologiju. Rad definira sve pojmove potrebne za detaljno razumijevanje postupka izrade odnosno objašnjava tehnologiju i dijelove korištene prilikom izrade projekta. Također su objašnjeni postupci fizičkog sastavljanja auta, funkcije mobilne aplikacije te ostvarenje veze između mobilne aplikacije i Arduino platforme. Rad prikazuje mogućnosti praktičnog projekta te završava opisom njegove implementacije.

Ključne riječi: Arduino, bluetooth, senzor, Android

Sadržaj:

1. Uvod	1
2. Upotrijebljena tehnologija i dijelovi	2
2.1. Postupak sastavljanja automobila	8
2.2. Tróškovnik	10
3. Arduino IDE	11
3.1. Setup() funkcija	12
3.2. Loop() funkcija	14
3.3. Autonomna vožnja	18
4. Mobilna aplikacija	21
4.1. Designer dio	23
4.2. Blocks dio	23
4.3. Dizajniranje aplikacije	25
4.4. Konfiguracija funkcionalnosti aplikacije	30
4.5. Provjera i pokretanje aplikacije	34
5. Zaključak	40
Literatura	41
Popis kratica	42
Popis slika	43
Popis tablica	44

1. Uvod

Tehnologija daljinskog upravljanja postoji već značajan niz godina i nije nepoznata ljudima svih uzrasta. Djeca se od malena susreću s navedenom tehnologijom korištenjem igračaka poput auta na daljinsko upravljanje dok se odrasli, između ostalog, s tehnologijom daljinskog upravljanja mogu susresti korištenjem dronova i robota. Svrha ovog projekta je približiti tehnologiju daljinskog upravljanja korištenjem tehnologije koja omogućuje visok stupanj fleksibilnosti i personalizacije. Korištenjem Arduinoa omogućuje se komunikacija auta s mobilnim uređajima odnosno mobilnom aplikacijom korištenjem *bluetooth* veze.

Cilj ovog završnog rada je izrada automobila putem Arduino razvojnog platforme i kontrole pomoću *bluetooth*-a i ultrazvučnog senzora, uz pripadajuću Android aplikaciju. Alat za izradu aplikacije je MIT App Inventor.

Rad je podijeljen u 5 dijelova, od kojeg drugo poglavlje rada pobliže opisuje tehnologiju i ključne dijelove potrebne za shvaćanje ovog rada. Treće poglavlje objašnjen Arduino IDE programi kod u njemu napisan. Četvrto poglavlje opisana mobilna aplikacija.

2. Upotrijebljena tehnologija i dijelovi

Radi boljeg razumijevanja projekta, nužno je objasniti korištenu tehnologiju i samu tehnologiju sustava. Za izradu projekta potrebno je razumjeti sljedeće:

- *Arduino*
- *Arduino UNO R3*
- *Arduino IDE*
- *Bluetooth*
- SG90 slijedni motor
- L298N upravljač motora
- Motori bez četkica
- *V5 shield (sensor shield)*
- Ultrazvučni sensor
- Modul zvučnog signala
- RGB LED modul

Arduino je mikrokontrolerska platforma bazirana na jednostavnom sklopovlju i programu te je samim time vrlo popularna i raširena platforma. Otvoreni programski paket iz kojeg se Arduino programira baziran je na Processing programskom jeziku i vrlo je jednostavan za učenje. Jezik se može proširiti kroz C++ knjižnice. Arduino programski paket je jednostavan za korištenje za početnike, ali dovoljno fleksibilan za napredne korisnike. Radi na Mac OS X, Windows i Linux operacijskim sustavima.

Arduino Uno je ploča za mikrokontroler temeljena na ATmega328P. Ima 14 digitalnih ulazno/izlaznih pinova (igala) od kojih se 6 može koristiti kao PWM izlaz, 6 analognih ulaza, 16 MHz kvarcnog kristala, USB priključak, utičnicu za napajanje, ICSP header i gumb za resetiranje. Sadrži sve potrebno da bi mogao podržavati mikrokontroler. Može se jednostavno spojiti s računalom preko USB kabela i puniti preko AC-DC adaptera ili preko baterija. Uno ploča je prva u nizu USB Arduino ploča i referentni model za Arduino platformu.

Arduino Uno R3 s matrasom idealnom pločom za one koji nisu do tada upoznat s elektronikom i kodiranjem. Najčešće je korištena/dokumentirana ploča Arduino obitelji - što dovodi do iznimno aktivne zajednice koja može pomoći pri rješavanju potencijalnih problema.

Također, za potrebe završnog rada koristio se **Ardui no 1. 8 7(I DE)**. To je programotvorenog koda koji omogućava jednostavno pisanje koda i njegovo slanje na ploču. Pogodan je za Windows, Mac OS Xi Linux operacijske sustava. Ardui no(I DE) se može koristiti sa svakom Ardui no pločom

Slika 1 - Prikaz Ardui no Uno R3 ploče



Izvor: Autorica

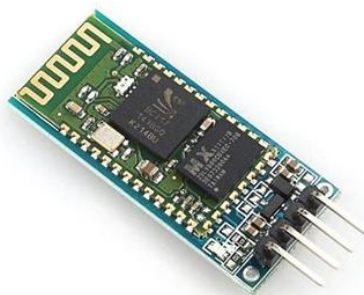
Slika 2 - Specifikacije Arduino Uno R3 ploče

Microcontroller	ATmega328P
Operating voltage	5v
USB	14
Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
Flash Memory	32 KB
SRAM	2 K
EEPROM	1 K
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Izvor: store-usa.arduino.cc (01.10.2018.)

Bluetooth je način bežične razmjene podataka između dva ili više uređaja. Većina uređaja poput mobitela, računala i kamera imaju mogućnost slanja podataka pomoću *Bluetooth*-a. Veza se uspostavlja putem radio valova u frekventijskom području od 2,4 do 2,48 GHz. Uređaji koji se povezuju vezu mogu ostvariti u promjeru od otprilike 10 metara oko uređaja, a zbog korištenja radio veze uređaji ne moraju biti u optičkoj vidljivosti niti međusobno usmjereni. Osnovna načina *Bluetooth* omogućava prijenos podataka do 1 Mbit/s. *Bluetooth* tehnologija je korištena kako bi se ostvarila komunikacija između automobila i mobilnog uređaja/aplikacije.

Slika 3 - Priказ bežičnog *Bluetooth* pri predaji



Izvor: Autorica

Za potrebe ovog završnog rada korišteni su i **SG90** **sljedni motori**. Masa jednog motora iznosi samo 9 grama. Može se rotirati za približno 180 stupnjeva - 90 stupnjeva u oba smjera.

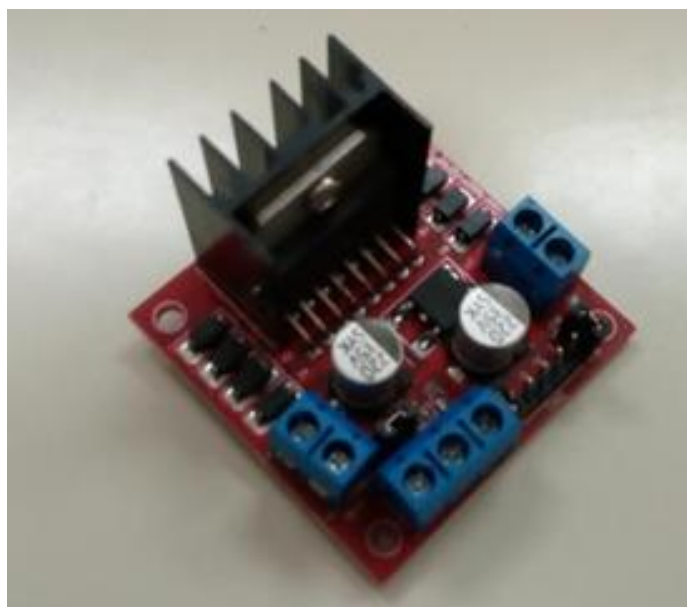
Slika 4 - Prikaz SG90 sljednog motora



Izvor: www.mikropik.com (16.08.2018.)

L298N Dual H Bridge Motor Controller je korišten za upravljanje brzinom i smjerom okretanja osovine motora.

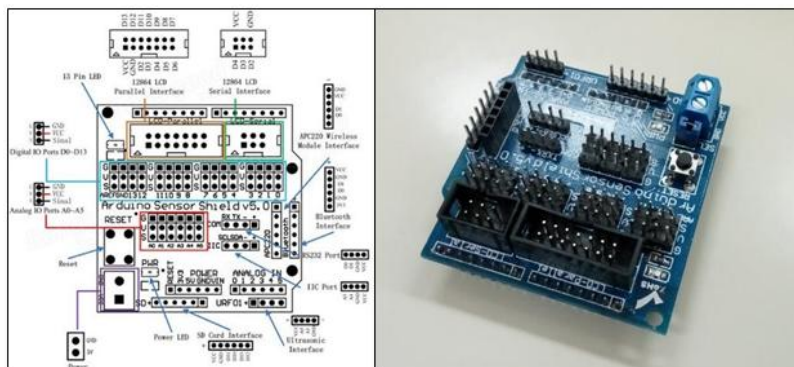
Slika 5 - Prikaz L298N Dual H Bridge Motor Controllera



Izvor: Antorica

Ardui no Sensor Shield V 5.0 senzorsko proširenje ploče je nastavak na matičnu ploču Ardui na Una. Priključuje se na vrh Ardui no ploče i olakšava povezivanje sa svim digitalnim ulazima i izlazima i analognim ulazima. Verzija 5.0 ima mogućnost odvojiti opskrbu od 5 V na sve 3-pinske konektore i napajati ih iz zasebnog vanjskog napajanja.

Slika 6 - Funkcijski dijagram te prikaz korištenog V5 štita



Izvor: www.banggood.com (16.08.2018.) i autorica

Ultrazvučni senzor je uređaj koji mjeri udaljenost objekta pomoću zvučnih valova. Mjeri udaljenost pomoću slanja zvučnog vala određene frekvencije i prati vraćanje istog zvučnog vala. Na temelju vremena potrebnog da se emitirani zvuk vrati, moguće je izračunati udaljenost između senzora i objekta.

Slika 7 - Prikaz korištenog ultrazvučnog senzora



Izvor: Autorica

Motor bez četkica je sinhronizirani električni motor. Ovi motori su jeftini, mali, jednostavni za ugradnju i idealni su za upotrebu u mobilnom robotskom automobilu.

Modul zvučnog signala je pasivan jer nema sustav koji proizvodi sam zvuk. Nužno je i imati mikrokontroler, poput Arduina, koji proizvodi zvuk.

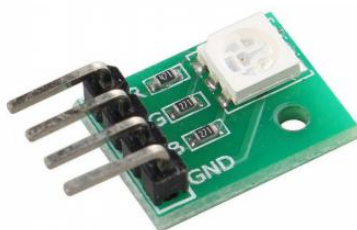
Slika 8 - Prikaz modula zvučnog signala



Izvor: www.arduino.cc (04.09.2018.)

RGB LED senzor je svjetlosni senzor koji ima otpornike koji ograničavaju struju kako bi spriječili izgaranje.

Slika 9 - Prikaz svjetlosnog senzora



Izvor: www.ebay.com (04.09.2018.)

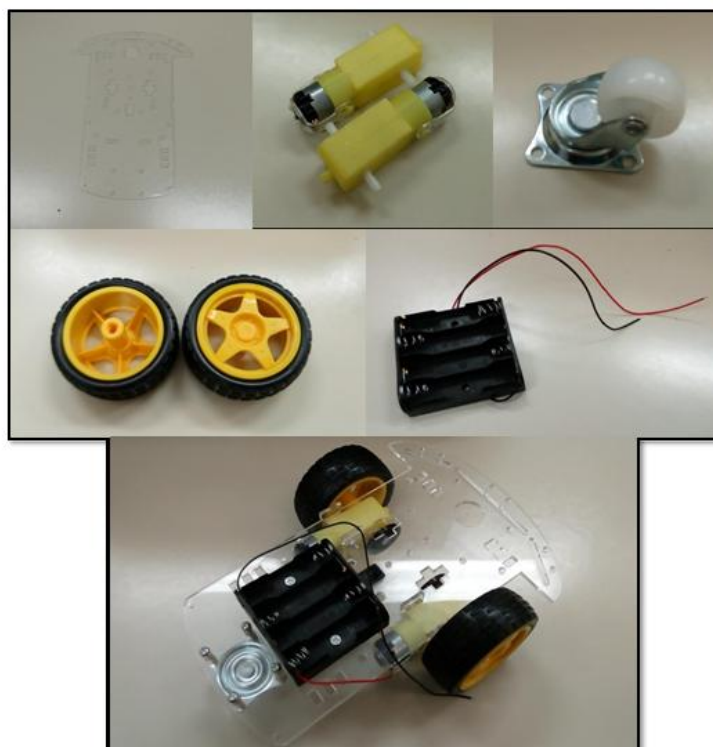
Što se **baterija** tiče, automobil za pokretanje i uporabu zahtjeva četiri AA baterije.

2.1. Postupak sastavljanja automobila

Prvi korak je sastaviti primarne dijelove automobila, odnosno dijelove koji će automobilu dati prepoznatljiv oblik koji će omogućiti daljnje postavljanje željenih komponenta.

U primarne dijelove spada pleksi glas ploča koja je nosilac svih ostalih dijelova, motori bez četkica, kotači, malen kotač za rotaciju te kućište za baterije.

Slika 10 - prikaz primarnih dijelova automobila

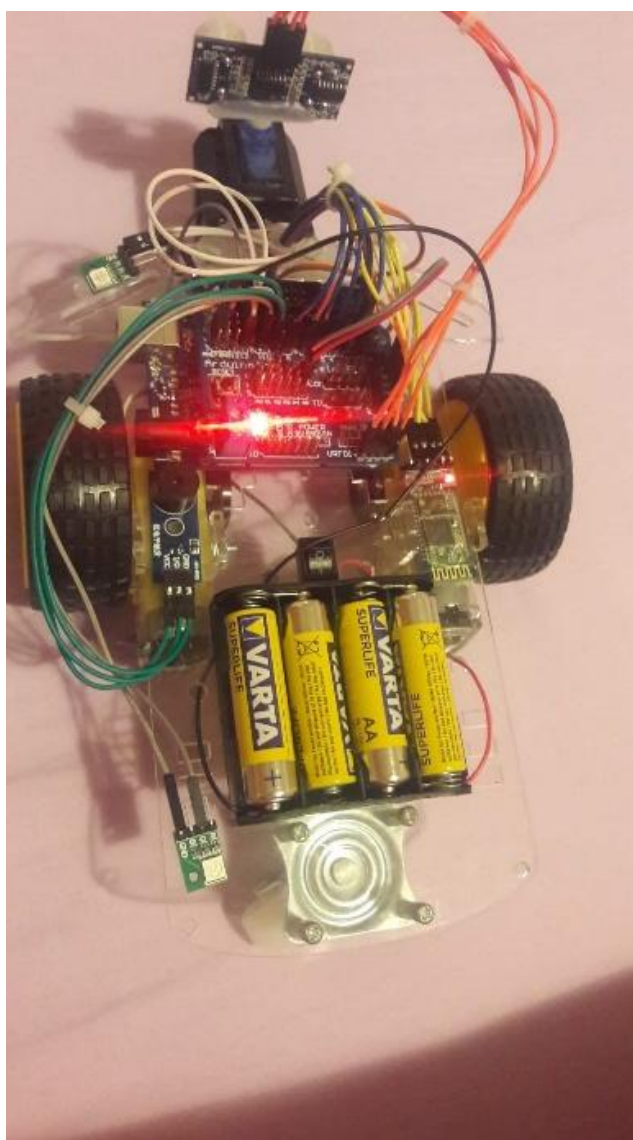


Izvor: Autorica

Primarni dijelovi se sastavljaju pomoću vijaka i matica. Nakon što se primarni dijelovi sastave, automobil je spreman za stavljanje ostalih dijelova poput ultrazvučnog senzora, V5 shielda, Arduino Uno ploče, L298N Dual H Bridge Motor Controller-a i SG90 slijednog motora. Ostatak elemenata se žičano povezao i lijepio pomoću pištolja s ljepilom.

Nadiđućoj slici može se vidjeti izgled sastavljenog Arduino automobila.

Slika 11 - Prikaz sastavljenog Arduino automobila



Izvor: Autorica

2.2 Troškovnik

Prilikom izrade završnog rada cilj je bio koristiti jeftine i lako dostupne komponente. Sve komponente su naručene putem eBay-a.

U tablici 1 je prikazan okvirni troškovnik za izradu Arduino automobila.

Tablica 1 - Troškovnik

Naziv	Cijena (kn)
Primarni dijelovi (pleksiglas ploča, dva kotača, dva motora bez četkica, gumb za uključivanje/isključivanje, kotač za rotaciju, kućište za baterije, matice, spojnice)	45,00
Arduino Uno R3	25,00
Arduino Sensor Shield V5.0	25,00
L298N Dual H Bridge Motor Controller	12,00
SG90 slijedni motor	12,00
Ultrazvučni senzor	7,00
Bežični bluetooth priopredajnik	22,00
Žični jumper kabel set 40 kom. vezića	40,00
Modul zvučnog signala	7,00
RGB LED senzor (2 kom)	14,00
Ukupno	209,00

3. Arduino IDE

Arduino IDE je program otvorenog koda koji služi za pisanje koda i slanje na Arduino ploču. Hranjen je u programskom jeziku Java, a bazira se na Processingu. Može ga je pokrenuti na Windows, Mac OS X i Linux operacijskim sustavima.

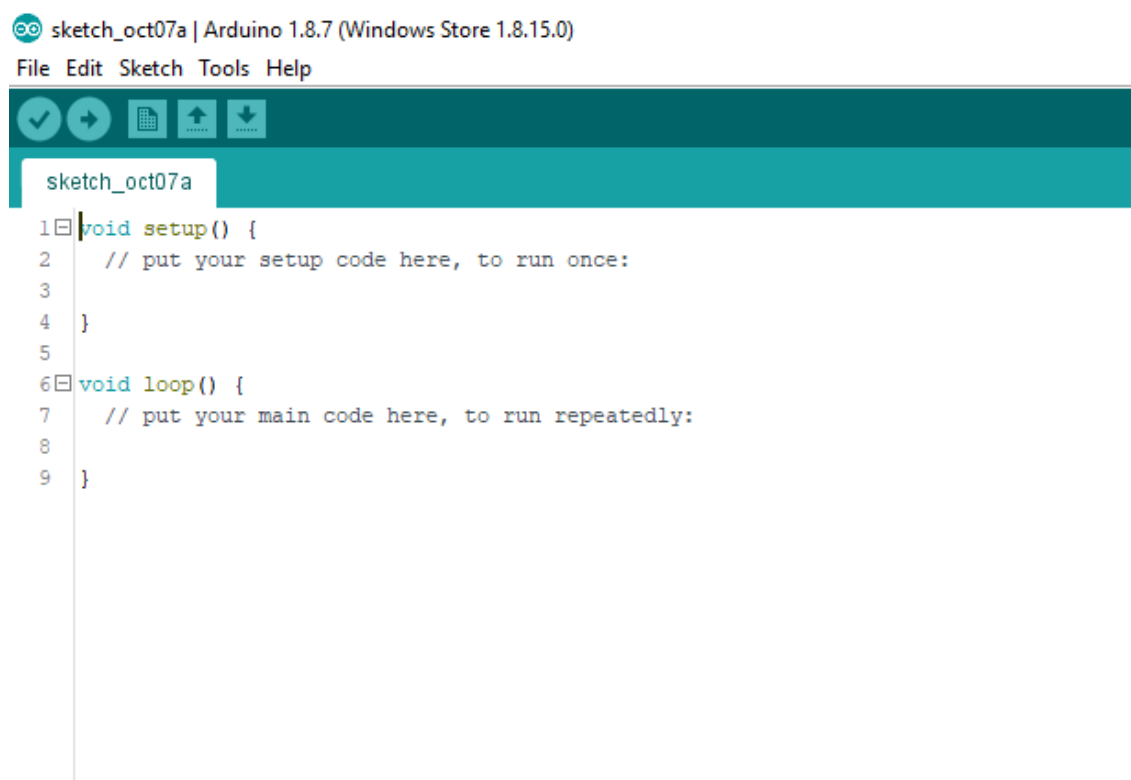
Minimalni program za Arduino ima sljedeću strukturu:

`setup()` - izvodi se na početku kada se Arduino upali ili kada se resetira

`loop()` - beskonačna petlja koja je u stvari glavni program Arduinoa

Proces slanja koda na ploču je dosta jednostavan. Potrebno je povezati ploču sa računalom pomoću USB kabela, podesiti opcije serijskog porta u IDE-u te odabrati opciju *upload* u alatnoj traci. IDE će, prije nego se program pošalje na ploču, verificirati kod i prevesti ga za odgovarajuću arhitekturu mikrokontrolera. U slučaju da verifikacija ne prođe, program neće biti poslan na ploču.

Slika 12 - Arduino IDE



Izvor: Autorica

U daljnjem tekstu biti će objašnjen kod napisan u Arduino IDE programu koji mje defini ran rad Arduino automobila.

Kako je ranije spomenuto, `setup()` i `loop()` su dvije glavne funkcije Arduinoa. Funkcija `setup()` se pozove kada se Arduino upali, a funkcija `loop()` je zapravo glavna funkcionalnost programa i poziva se dokle god je Arduino upaljen. Dakle, nakon što je funkcija pozvana i Arduino je izvrši, Arduino je ponovo pozove.

3.1. Setup() funkcija

U funkciji `setup()` inicijalizirane su varijable, pini i komunikacija sa *bluetooth*om. Za početak, prvo je potrebno namjestiti varijable.

```
timePassed = 0;

selfDrivingMode = false;

hornDuration = 0;

oldTime = 0;

drivingPhase = GO_FORWARD;

drivingTimer = 100;

sensorTimer = 0;

frontLights = false;

backLights = false;
```

Zatim se omogućava veza sa *bluetooth*om na način da dokle god se šalju podaci, ti podaci se i čitaju. Kada se *bluetooth* uključi, on šalje neki tekst (podatke) te je potrebno pročitati međuspremi k (*buffer*) - dakle, što god se pošalje, automatski se izbriše.

```
Serial.begin(9600);

while( Serial.available() ) Serial.read();
```

Na kraju su postavljeni pinovi za motor, trubu, prednje i zadnje svjetlo, ultrazvučni senzor itd. Kod uključivanja automobila, upalit će se prednje i zadnje svjetlo na 100 milisekundi.

```
// Postavljanje izlaza motora
pinMode( motorLeft_Activate, OUTPUT );
pinMode( motorLeft_Forward, OUTPUT );
pinMode( motorLeft_Back, OUTPUT );
pinMode( motorRight_Activate, OUTPUT );
pinMode( motorRight_Forward, OUTPUT );
pinMode( motorRight_Back, OUTPUT );

// Postavljanje izlaza ultrazvučnog senzora
pinMode( trigger, OUTPUT );
pinMode( echo, INPUT );

// Postavljanje pina za servo motor ultrazvučnog senzora
servoMotor.attach(9);

// Kratki zvučni signal s trubom
analogWrite( light_front, 255 );
analogWrite( light_back, 255 );
delay(100);

// Gašenje trube
analogWrite( light_front, 0 );
analogWrite( light_back, 0 );
}
```

3.2 Loop() funkcija

U `loop()` funkciji se izračunava koliko je vremena prošlo od prošlog poziva funkcije `loop()` što je potrebno zbog *timera*, zatim čitanje da li je korisnik poslao naredbu preko *bluetooth* (funkcija `ReadRemoteInput()`), uključivanje i automatsko isključivanje trube po potrebi te automatska vožnja.

```
void loop() {  
  
    unsigned long timeNow = millis();  
  
    if( oldTime == 0 ) oldTime = timeNow;  
  
    timePassed = timeNow - oldTime;  
  
    if( timePassed > 250 ) timePassed = 250;  
  
    oldTime = timeNow;  
  
    ReadRemoteInput();  
  
    // Uključi/isključi trubu, po potrebi  
  
    if( hornDuration > 0 ) {  
  
        analogWrite( horn, 0 );    // Truba uključena  
  
        hornDuration = hornDuration - (int)timePassed;  
  
    } else {  
  
        analogWrite( horn, 255 ); // Truba isključena  
  
    }  
}
```

Kod izračuna koliko je vremena prošlo od prošlog poziva funkcije, funkcija `millis()` vraća koliko je milisekundi prošlo od kada je Arduino uključen. To možda korisniku nije toliko bitno, ali trebalo bi spriječati neke moguće greške u radu (*bugove*).

To će kasnije biti potrebno za *timer* kada se izračunava *timer* za trubu i za *self-driving* algoritam koliko je vremena prošlo u kojoj fazi.

Dakle, izračunati *timer* i zatim se čita `ReadRemoteInput()` koji pročita ako i ma što poslano preko *bluetooth*, pročita što je poslano i onda prema naredbi to izvršava.

U slučaju da automobil radi u načinu autonomne vožnje, on će se prekinuti ukoliko korisnik pritisne neki gumb s njera (naprijed, natrag, lijevo ili desno).

```
if( Serial.available() <= 0 ) return;

char data;

data = Serial.read();

switch( data ) {

case 'F': // Naprijed
    StopSelfDriving();
    go_Forward();
    break;

case 'B': // Natrag
    StopSelfDriving();
    go_Back();
    break;

case 'L': // Lijevo
    StopSelfDriving();
    go_Left();
    break;

case 'R': // Desno
    StopSelfDriving();
    go_Right();
    break;

case '?': //Zaustavi auto
```

```

go_Stop();

break;

case 'V': // Zvučni signal 250 ms
hornDuration = HORN_DURATION;
Serial.write('H');
break;

case 'W': // Prednje svijetlo paljenje/gašenje
if( frontLights ) {
frontLights = false;
analogWrite( light_front, 0 );
Serial.write('w');
} else {
frontLights = true;
analogWrite( light_front, 255 );
Serial.write('W'); }
break;

case 'U': // Zadnje svijetlo paljenje/gašenje
if( backLights ) {
backLights = false;
analogWrite( light_back, 0 );
Serial.write('u');
} else
backLights = true;
analogWrite( light_back, 255 );
Serial.write('U'); }
break;

```

```
case 'S': // Autonomna vožnja uključena/isključena
if( selfDrivingMode ) {
StopSelfDriving();
} else {
StartSelfDriving(); }
break; }
}
```


3.3 Autonomna vožnja

Autonomna vožnja je način rada automobila u kojemu njegov vožnje nije kontroliran od strane korisnika, nego ultrazvučni senzorom koji šalje zvučni val određene frekvencije i prati vraćanje istog te na temelju potrebnog vremena da se emitirani zvuk vrati, može izračunati udaljenost između senzora i objekta (prepreke).

```
int UdaljenostDoPrepreke() {  
  
    int trajanje, udaljenost;  
  
    digitalWrite( trigger, HIGH );  
  
    delayMicroseconds(1000);  
  
    digitalWrite( trigger, LOW );  
  
    trajanje = pulseIn( echo, HIGH );  
  
    udaljenost = (trajanje/2) / 29.1;  
  
    return udaljenost; }
```

Algoritam za autonomnu vožnju može biti u 3 stanja, odnosno načina ponašanja:

- GO_FORWARD - vozi na naprijed
- BACK_UP - vozi na natrag
- TURN_RIGHT - okreni se desno

U početnoj fazi se automobil kreće prema naprijed i prvo što će napraviti je izračunavanje udaljenost do prepreke. Ako je udaljenost manja od definirane, prebacuje se u BACK_UP fazu i kratko se pali prednje svjetlo kao signal da je automobil prepoznao prepreku. Ta faza traje 500 milisekundi, automobil se zaustavlja i prebacuje se u sljedeću fazu TURN_RIGHT koja traje 360 milisekundi. Kad ta faza završi, automobil se zaustavlja i ponovo kreće prema naprijed.

```

void SelfDriveFaza_GoForward() {

// Provjeri da li je prepreka blizu nas

int udaljenost = UdaljenostDoPrepreke();

if( udaljenost < 15 ) {

drivingPhase = BACK_UP;    // Pocni vracanje na nazad

drivingTimer = 500;        // Idi nazad za 500ms

    go_Stop();

go_Forward();

    // Upali prednja svjetla na kratko, prepoznata prepreku
ispred

analogWrite( light_front, 128 );

delay(50);

analogWrite( light_front, 0 );

} else {

go_Back() }

}

void SelfDriveFaza_BackUp() {

// Smanji timer od trenutne faze automatske voznje

drivingTimer = drivingTimer - timePassed;

if( drivingTimer < 0 ) {    // Zavrшили smo ici na nazad,
pocni okretati na desno

go_Stop();

drivingPhase = TURN_RIGHT; // Pocni okretanje na desno

drivingTimer = 360;

go_Left() }

}

```

```

void SelfDriveFaza_TurnRight() {

drivingTimer = drivingTimer - timePassed;

if( drivingTimer < 0 ) {

go_Stop();

drivingPhase = GO_FORWARD;

go_Back(); // Reverse in self-driving mode  }

}

void SelfDrivingAlgorithm() {

    sensorTimer = sensorTimer + timePassed;

float percent = sensorTimer /
(float)SENSOR_ROTATION_DURATION;

float k = sin( percent * 2 * PI ) * 0.5;

int sensorAngle = 90 + (int)(SENSOR_ROTATION_ANGLE * k);
// Vrijednost izmedju 20 i 160

// Okreni servo od senzora udaljenosti na novi kut

servoMotor.write( sensorAngle );

if( drivingPhase == GO_FORWARD ) {

SelfDriveFaza_GoForward();

} else if( drivingPhase == BACK_UP ) {

SelfDriveFaza_BackUp();

} else if( drivingPhase == TURN_RIGHT ) {

SelfDriveFaza_TurnRight(); } }

```

4. Mobilna aplikacija

Osnovna funkcija završnog rada je upravljanje automobilom preko aplikacije, odnosno upravljanje pomoću tipki ili prebacivanje na autonomnu vožnju u kojoj se koristi ultrazvučni senzor za izbjegavanje prepreka.

Za kreiranje mobilne aplikacije korišteni su MT App Inventor 2 i Photoshop kao pomoć kod dizajniranja aplikacije.

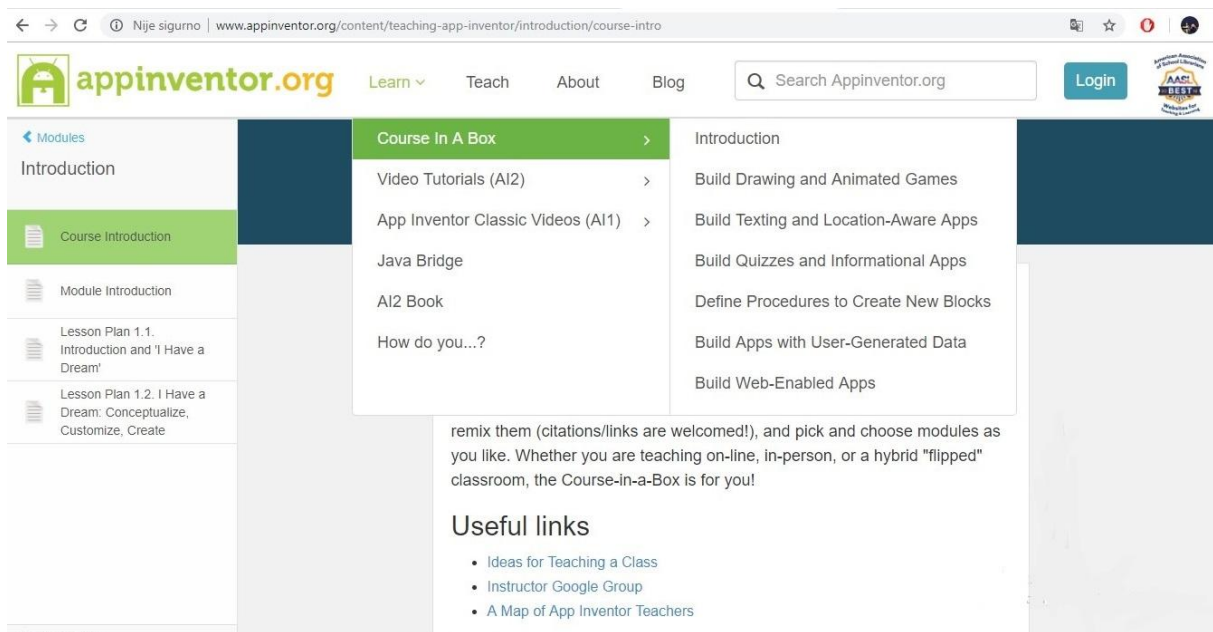
MT App Inventor 2 je besplatna web aplikacija otvorenog koda koja korisnicima omogućuje stvaranje programskih aplikacija za Android operacijski sustav. App Inventor zbog svoje jednostavnosti i pristupačnosti pruža mogućnost stvaranja aplikacija osobama koje nisu programeri jer u kratko vrijeme mogu izgraditi potpuno funkcionalne aplikacije za pametne telefone i tablete te mijenja način na koji djeca uče o računalstvu. Odličan je izbor za korištenje u obrazovni mustanova, osobito u podučavanju i uvođenju u programiranje, što je posebno prijenjivo u sustavu osnovnoškolskog i srednjškolskog obrazovanja.

Korisnici koji nemaju Android telefon, mogu svejedno izraditi aplikacije uz pomoć Android emulatora koji se pokreće na računalu i ponaša se baš kao i telefon. Razvojno okruženje App Inventora podržano je za operacijske sustave Mac OS X, GNU/Linux i Windows te nekoliko popularnih modela telefona za Android. App Inventor ne radi s preglednikom Internet Explorer. Aplikacije stvorene pomoću App Inventora mogu se instalirati na bilo koji Android telefon. Koristi grafičko sučelje, vrlo slično Scratchu i StarLogo TNG korisničkom sučelju koje korisnicima omogućuje povlačenje i ispuštanje (*drag'n drop*) vizualnih objekata kako bi se stvorila aplikacija.

Kako bi se pristupilo App Inventor-u, potrebno je imati kreiran Google račun.

Osim vodiča (razni *tutoridi*), dostupna je i knjiga uz koju se korisnik može brzo i detaljno upoznati s App Inventor alatom uz pomoć raznih prijera konkretnih aplikacija.

Slika 13 - App Inventor - podrška korisnicima



Izvor: Autorica

App Inventor se sastoji od 2 dijela: *Designer* i *Blocks* dijela

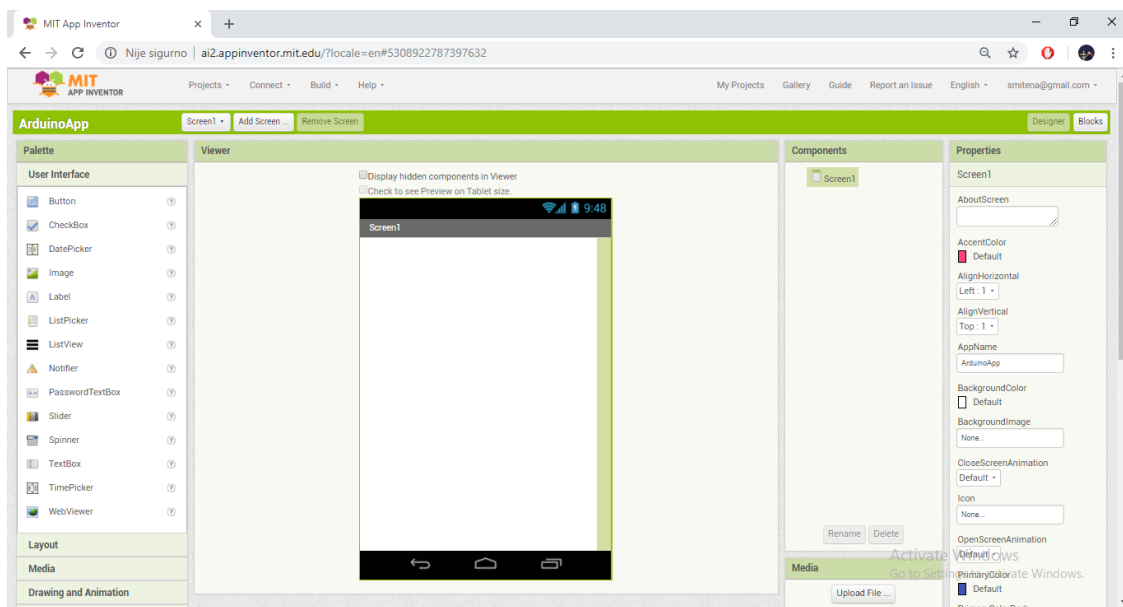
4.1. Designer dio

Designer dio sastoji se od: *Palette*, *Viewer*, *Components* i *Properties*.

Palette sadrži mogućnost dodavanja raznih funkcija aplikaciji povlačenjem i ispuštanjem (*drag'n'drop* metodom), koje se kasnije osposobljavaju za funkcioniranje. *Viewer* prikazuje zaslon mobilnog uređaja tj. daje prikaz kako će aplikacija izgledati na uređaju.

Components prikazuje komponente koje su dodane na zaslon. *Properties* daje mogućnost mijenjanja svojstva komponentama poput boje, visine, širine, dodavanja slike u pojedinu komponentu itd.

Slika 14 - Sučelje MIT App Inventor platforme



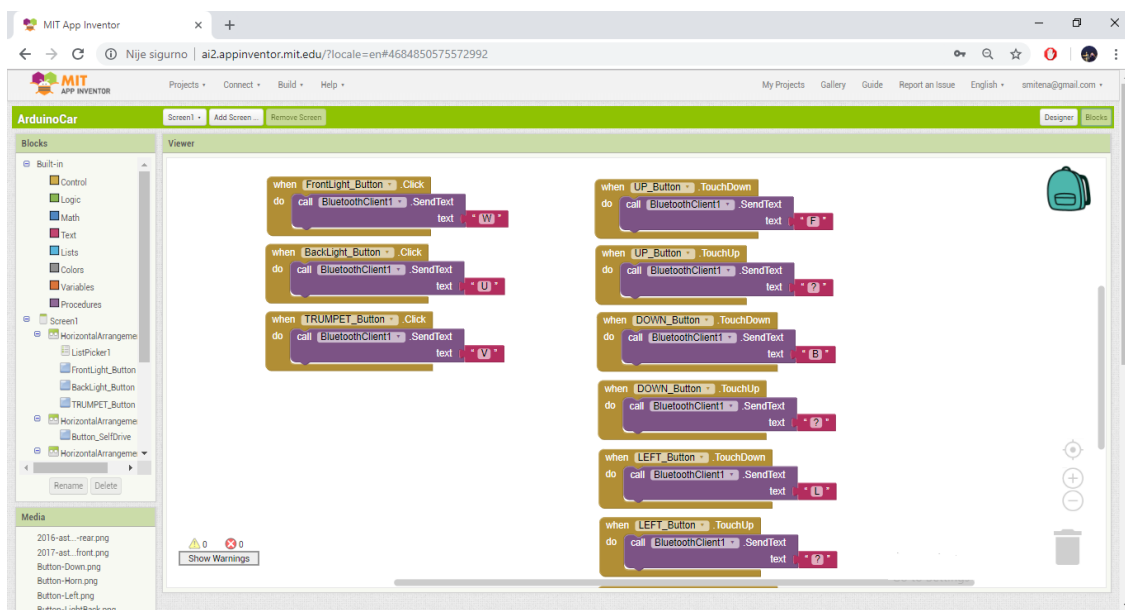
Izvor: Autorica

4.2. Blocks dio

Blocks dio sastoji se od *Blocks* i *Viewer* dijelate služi kako bi se komponentama koje su se odabrale u *Designer* dijelu dodijelile radnje. Blokovi određuju kako se komponente trebaju ponašati prilikom neke radnje te se kombinacijom blokova kreiraju funkcije potrebne za izvršavanje zadaće aplikacije.

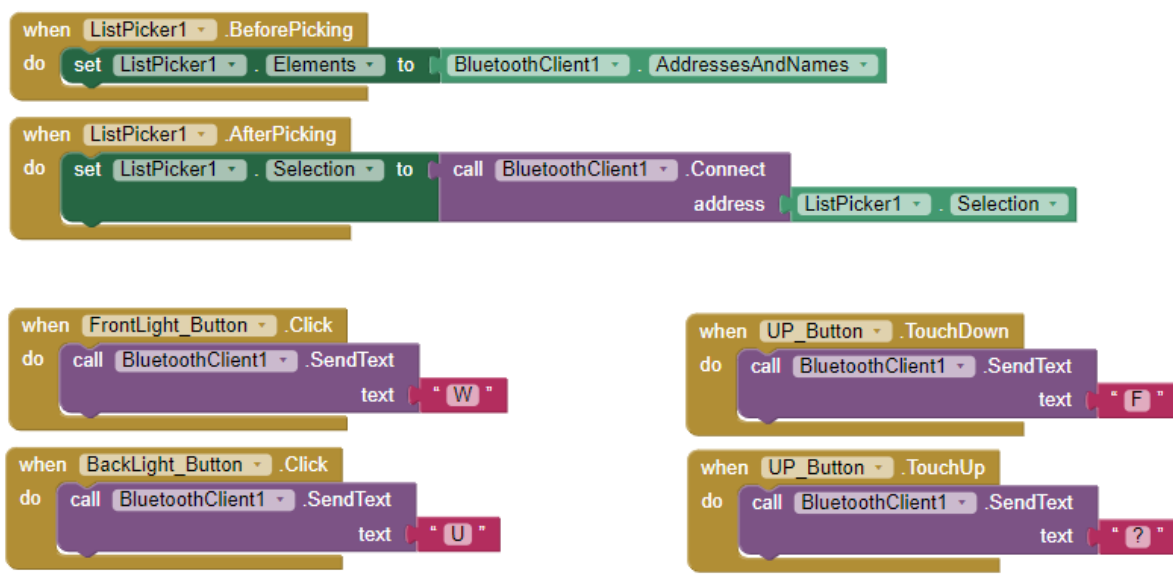
U donjem lijevom kutu ekrana se nalaze indikatori s brojačima. U slučaju da postoji *Warning* aplikacija se neće moći pokrenuti.

Slika 15 - Blocks sučelje



Izvor: Autorica

Slika 16 - prikaz programске logike aplikacije (blokovi)



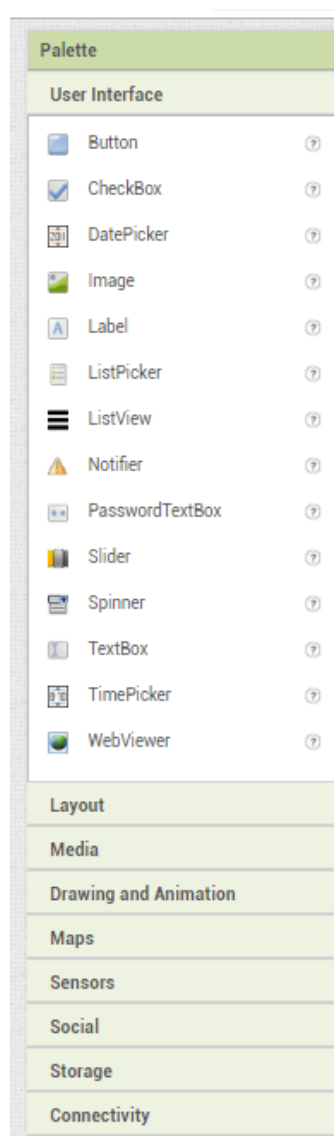
Izvor: Autorica

4.3 Dizajniranje aplikacije

Nakon što se u App Inventoru novom projektu dodijeli i ime, na red dolazi dizajn. On započinje u *Designer* djelu gdje unutar *Palette* izbornika korisnik traži željene funkcije te ih povlačenjem i ispuštanjem (*drag'n drop* metoda) s mjesta u *Viewer* koji predstavlja zaslon mobilnog uređaja.

Komponente koje korisnik može odabrati u *Palette* izborniku podijeljene su u nekoliko kategorija radi lakšeg snalaženja korisnika.

Slika 17 - *Palette* izbornik



Izvor: [Autorica](#)

U izrađenoj aplikaciji korišteni su

- *BluetoothClient* - komponenta *Bluetooth* klijenta
- *ListFlicker*
- Gumb za prednje svjetlo
- Gumb za zadnje svjetlo
- Gumb za trubu
- Gumb za prebacivanje u autonomnu vožnju
- Gumb za smjer naprijed
- Gumb za smjer natrag
- Gumb za smjer lijevo
- Gumb za smjer desno
- *Clock*

ListFlicker je gumb koji prilikom klikanja prikazuje popis tekstova koje korisnik može odabrati, u ovom slučaju prikazuje popis dostupnih *Bluetooth* uređaja.

Slika 18 - Prikaz dostupnih *Bluetooth* uređaja

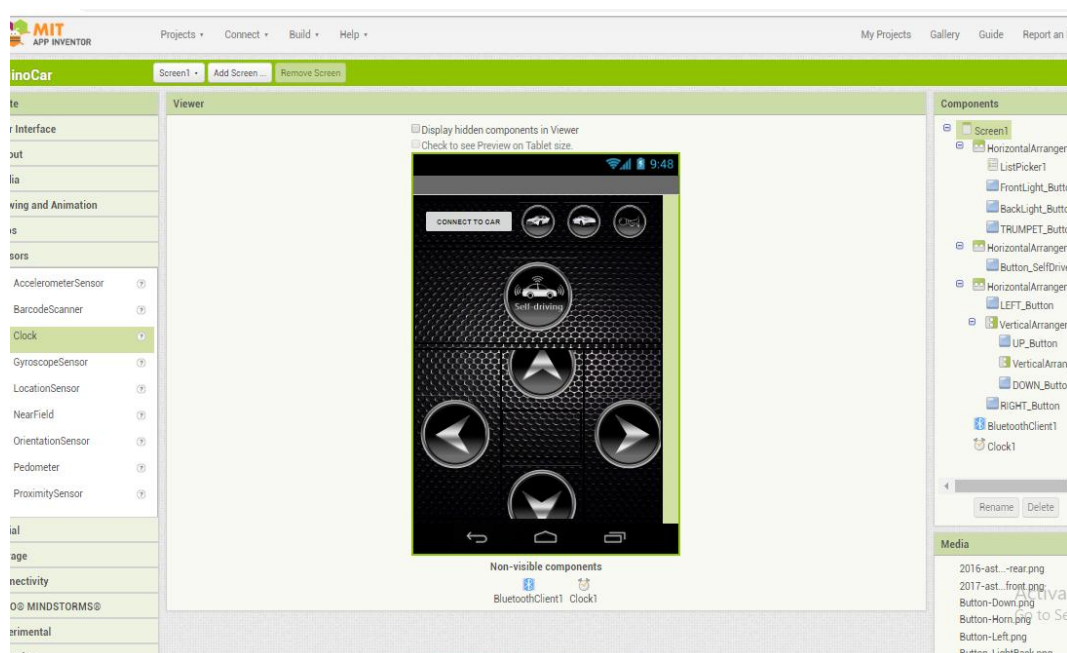


Izvor: Autorica

Clock služi za pretvaranje trenutka u tekst, odnosno, u trenutku kad korisnik klikne gumb za prednje/zadnje svjetlo ili gumb za prebacivanje u autonomnu vožnju preko gumba će se

ispisati tekst ON kao znak da je određena naredba uključena. Nakon ponovog klika na isti gumb, tekst više neće biti prikazan.

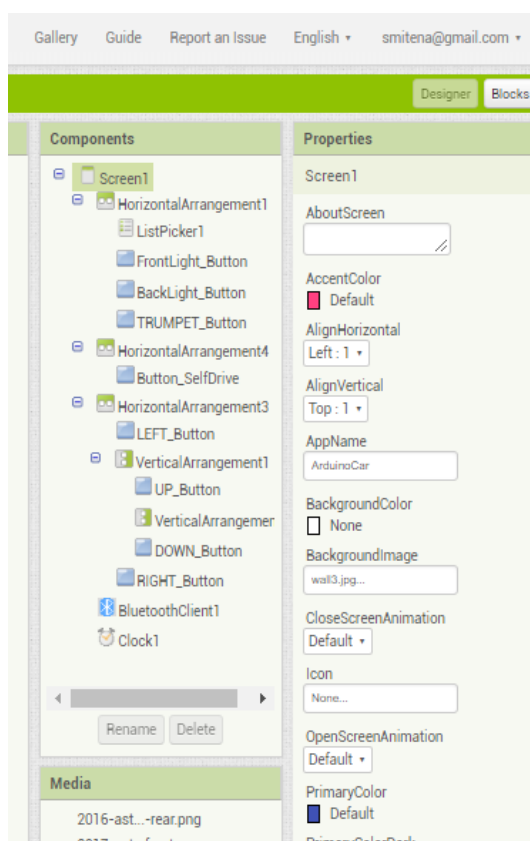
Slika 19 - Prikaz aplikacije u *Designer* sučelju



Izvor: Autorica

U izborniku *Components* prikazuju se komponente koje su dodane na zaslon. Klikom na komponentu unutar izbornika *Components*, u izborniku *Properties* može se mijenjati svojstvo odabrane komponente poput postavljanja pozadine, boje teksta, fonta teksta, visine, širine, dodavanja slike u pojednu komponentu itd.

Slika 20 - Izbornici *Components* i *Properties*



Izvor: Autorica

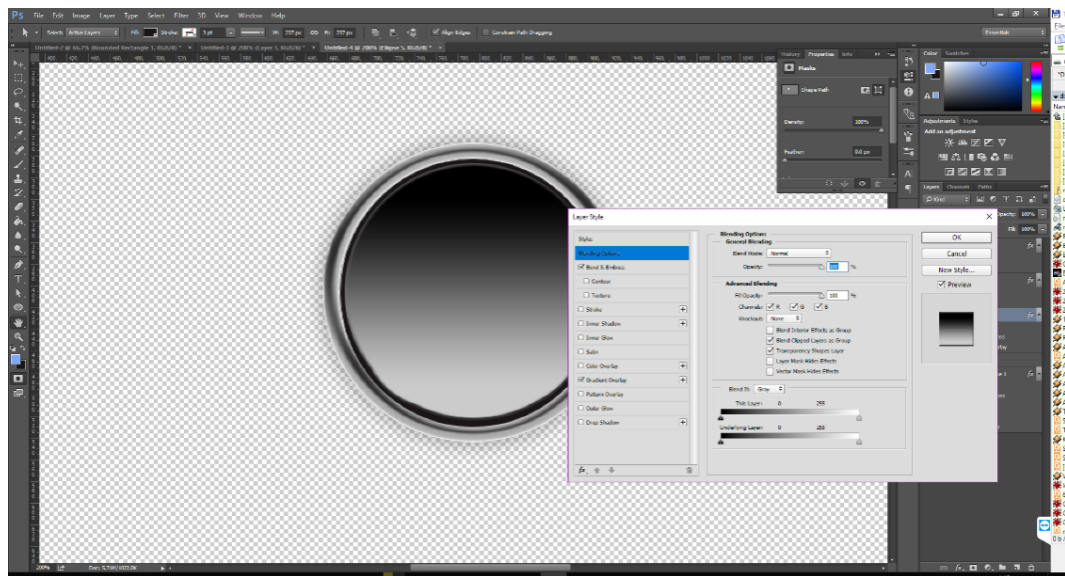
Prilikom kreiranja aplikacije je korišten Photoshop kako bi određene komponente dobile željeni izgled

Adobe Photoshop je najpoznatiji računalni grafički alat za obradu slike.

Svi gumbi korišteni u aplikaciji izrađeni su u programu Photoshop.

Na sljedećim slikama je prikazan proces izrade gumba, rezultat tog procesa te prikaz same aplikacije na mobilnom uređaju

Slika 21 - Proces izrade gumba u Photoshopu



Izvor: Autorica

Slika 22 - Pri kaz gumba Self-driving (autonomna voznja) i gumba za trubu



Izvor: Autorica

Slika 23 - prikaz aplikacije na mobilnom uređaju



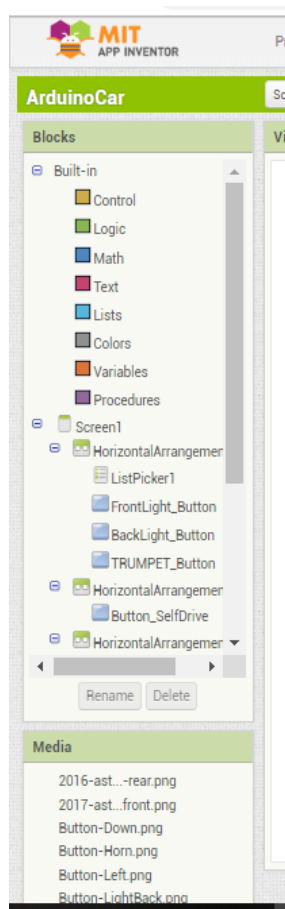
Izvor: Autorica

4.4 Konfiguracija funkcionalnosti aplikacije

Blocks dio sastoji se od *Blocks* i *Viewer* izbornika. Služi kako bi se komponentama koje su se odabrale u *Designer* sučelju dodijelile radnje.

Blocks izbornik sadrži ugrađene (*built-in*) blokove koji su dostupni bez obzira na komponente u aplikaciji koja se radi. Također, svaka komponenta ima svoj vlastiti skup blokova koji su specifični za vlastite događaje, metode i svojstva.

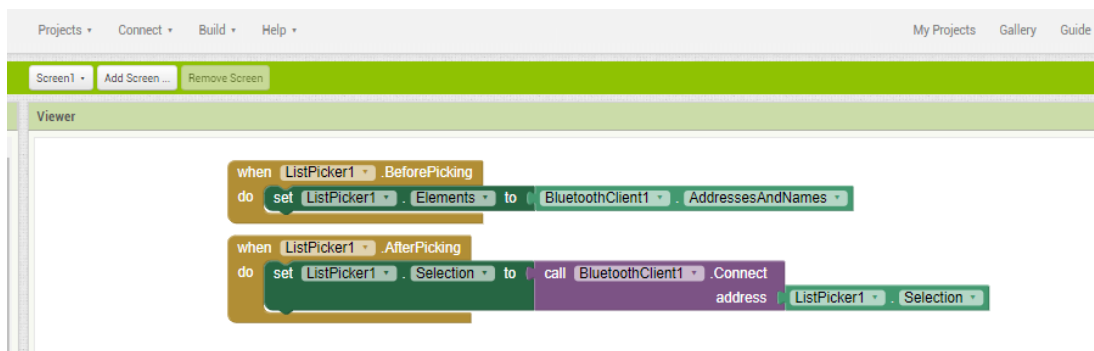
Slika 24 - Hocks izbornik



Izvor: Autorica

U *Viewer* dijelu se povlačenjem i ispuštanjem (*drag'n drop* metoda) spajaju blokovi. Po završetku izrade aplikacije je potrebno provjeriti da li su blokovi ispravno posloženi (indikator u lijevom kutu ne pokazuje grešku).

Slika 25 - App Inventor - Bluetooth klijent

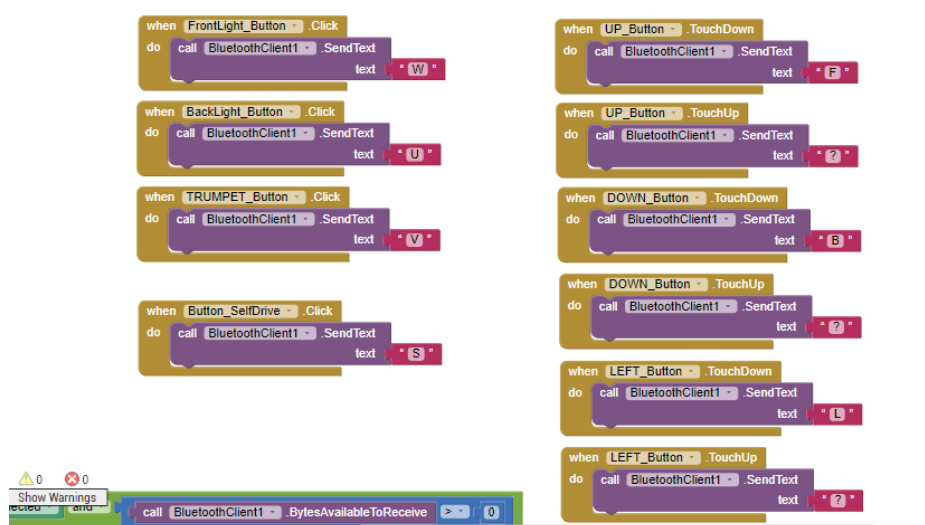


Izvor: Autorica

Odabirom gumba *Connect to car* u aplikaciji, *List Hacker*. *BeforeHacking* omogućava prikaz popisa dostupnih *bluetooth* uređaja. Nakon što je odabran *bluetooth* klijent (*List Hacker*. *AfterHacking*), zove se *bluetooth* za konekcijui vezui se spaja na adresu koju je korisnik izabrao.

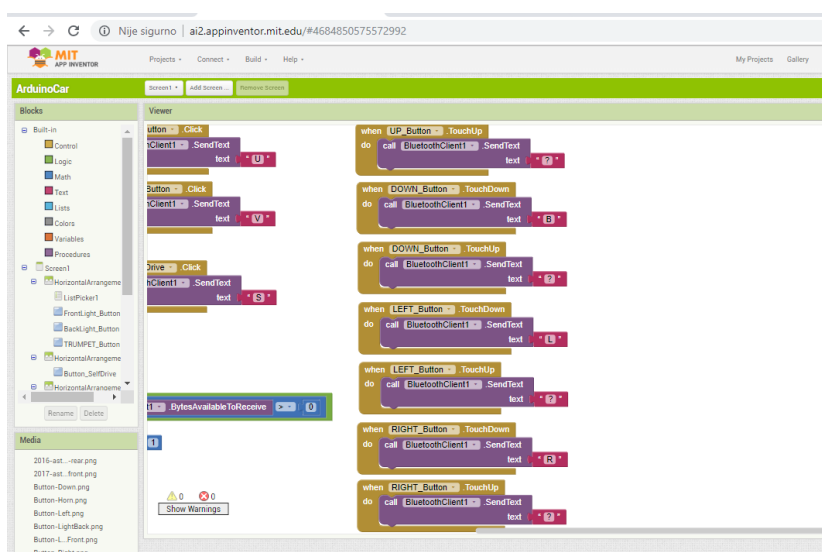
Pritiskom na gumb, šalje se tekst na povezani *bluetooth* uređaj, pročita se što je poslano i onda se prema naredbi to izvršava.

Si ka 26 - Si ka 25 - App Inventor - naredbe



Izvor: Autorica

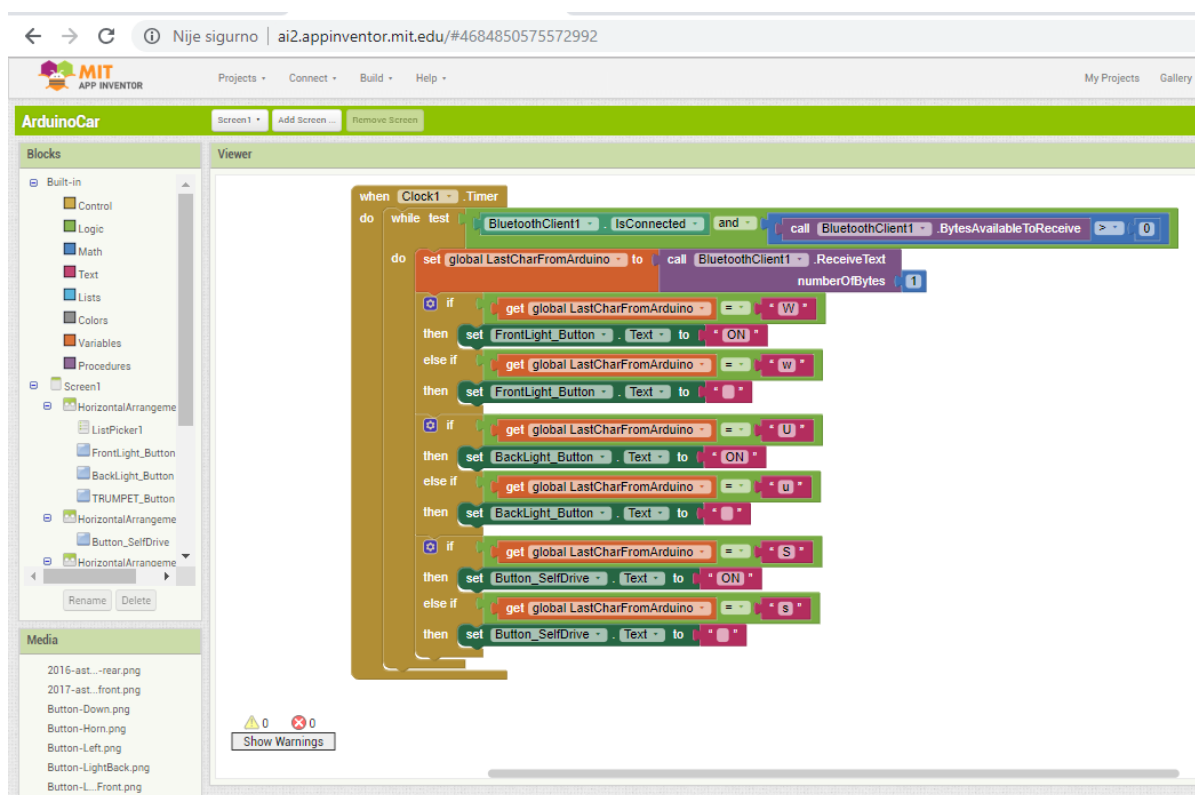
Si ka 27 - App Inventor - naredbe



Izvor: Autorica

Na i dućoj slici se vidi blok Clock funkcije koja je ranije opisana.

Slika 28 - App Inventor - Clock

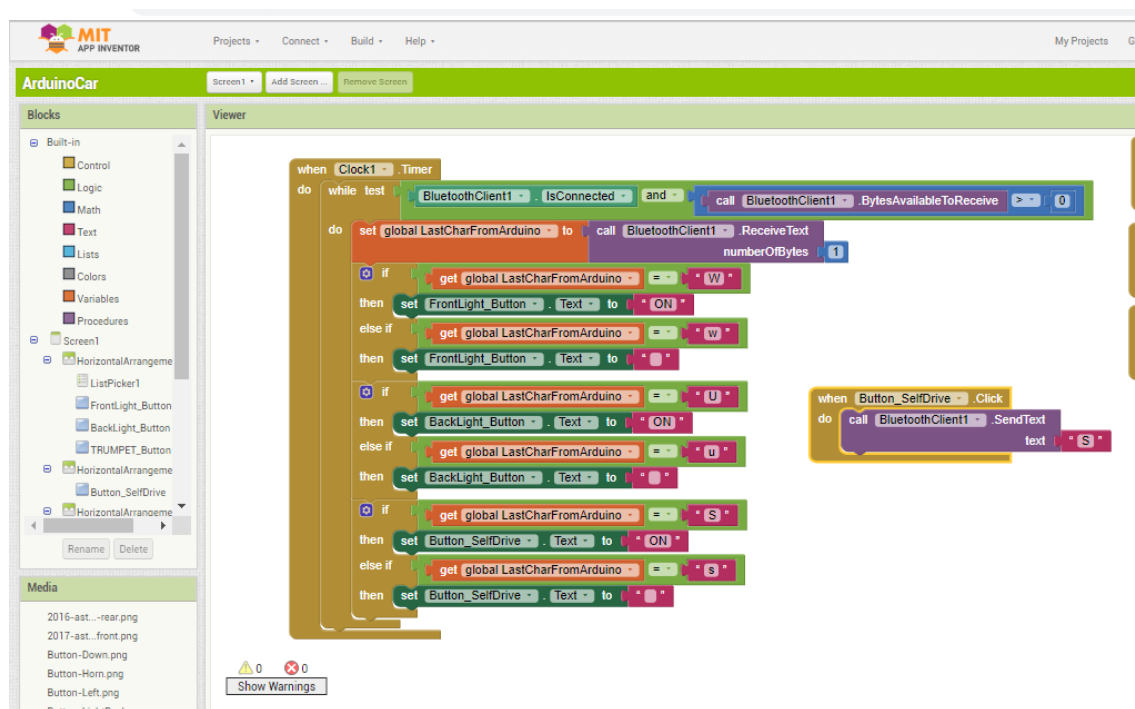


Izvor: Autorica

Prebacivanje na autonomnu vožnju odvija se na isti način kao i za ostale naredbe - šalje se tekst na povezani *bluetooth* uređaj, pročita se što je poslano i onda se prema naredbi to izvršava.

U slučaju da korisnik klikne na neki gumb s njera, automobil izbacuje iz autonomne vožnje što je prethodno definirano u Arduino IDE

Slika 29 - Slika 28 - App Inventor - Autonomna vožnja



Izvor: Autorica

4.5. Provjera i pokretanje aplikacije

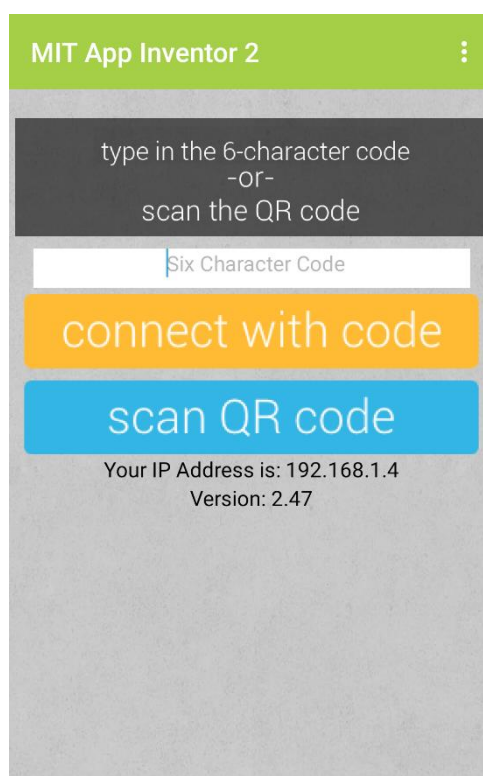
Pokretanje aplikacije može se odraditi na četiri načina:

1. MIT App Inventor Company on
2. Android emulator AI2
3. Povezivanje s telefonom ili tabletom pomoću USB kabela
4. Izvoz aplikacije na memoriju telefona i instalacija

MIT App Inventor Companion je preporučena opcija u slučaju da korisnik koristi uređaj sa sustavom Android i na bežičnu internetsku vezu.

Potrebno je u Google Play trgovini preuzeti aplikaciju **MIT AI2 Companion**. Jedini uvjet kod korištenja **MIT AI2 Companion** aplikacije je da mobilni uređaj na kojemu se aplikacija nalazi i računalo na kojemu je rađena aplikacija budu na istoj Internet ili W-Fi mreži. Ukoliko nisu, potrebno ih je umrežiti.

Slika 30 - MIT AI2 Companion

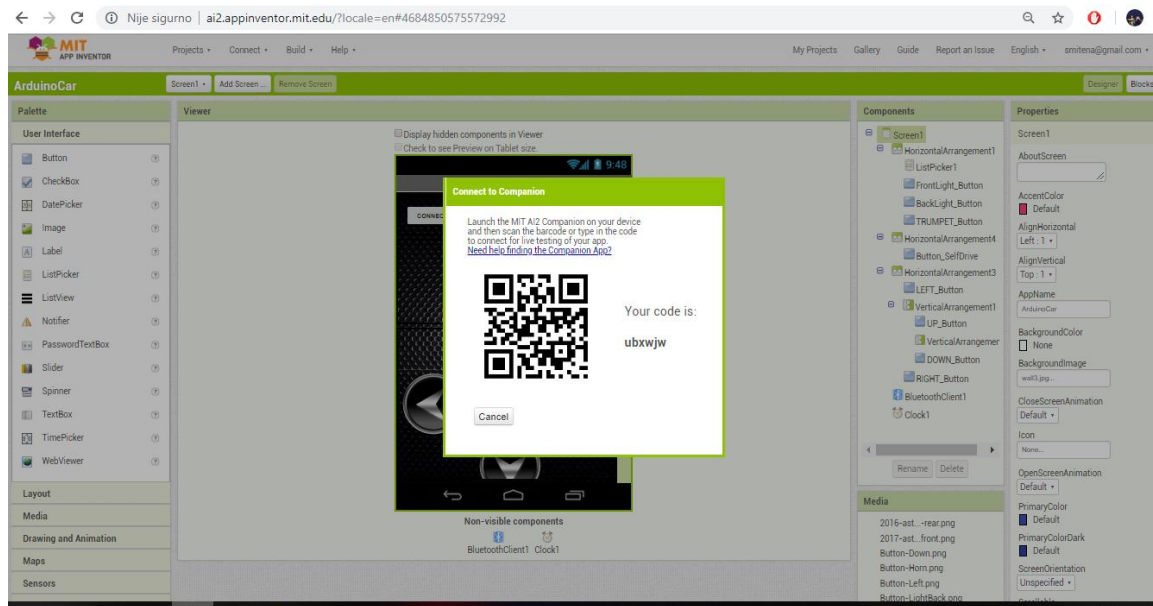


Izvor: Autorica

Da bi korisnik dobio generirani QR kod od MIT App Inventora, na njihovoj stranici se odabire *Connect* u izborniku, a zatim *MIT Companion* nakon čega se dobiva navedeni kod.

Nakon dobivenog koda, potrebno je očitati kod pomoću stražnje kamere nakon čega će se aplikacija otvoriti na zaslonu mobilnog uređaja.

Si ka 31 - QR kod

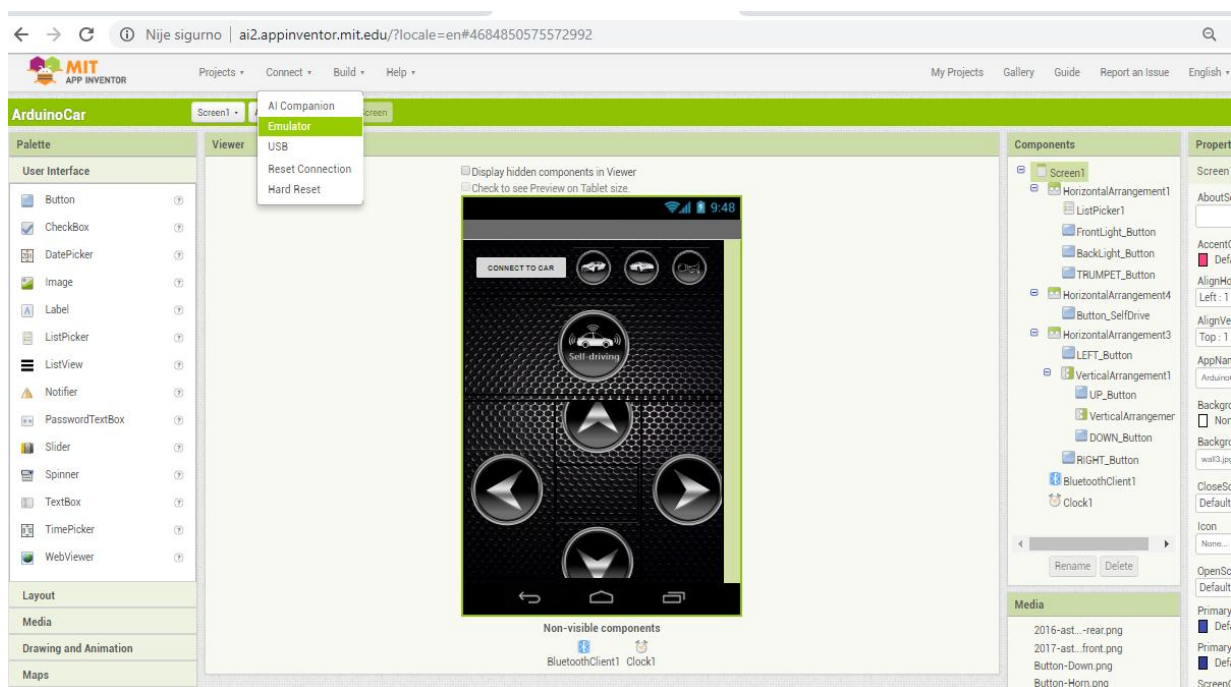


Izvor: Autorica

Drugi način je **Android emulator AI2** i namjenjen je korisnicima koji nemaju Android telefon ili tablet. App Inventor pruža Android emulator, koji funkcionira kao Android, ali se prikazuje na zaslону računala. Na taj način mogu se testirati aplikacije na emulatoru i distribuirati aplikacije drugima, čak i putem Trgovine Play.

Emulator se može preuzeti na stranici <http://appinventor.mit.edu/expl ore/ai2/set up-emul ator.ht ml> zajedno sa uputama za instalaciju. Nakon toga na stranici App Inventora odabire *Connect* u izborniku, a zatim *Emul ator*.

Slika 32 - Pri kaz povezi vanja na e mul ator



Izvor: Autorica

Treći način je **povezi vanje s telefonom ili tabletom po moću USB kabela**

Postavljanje USB veze može biti neugodno, osobito na Windows računalima, koji na je potreban poseban upravljački program za povezi vanje s Android uređajima, što nije slučaj s Mac računalima ili Linuxom koji ne zahtijevaju posebne upravljačke programe. App Inventor pruža testni program koji provjerava može li USB uređaj povezati s računalom.

Ovaj način se preporuča u okruženjima u kojima bežične veze ne rade. To uključuje neke hotele, konferencijske centre i škole koje konfigurišu svoje bežične mreže kako bi zabranile da dva uređaja na mreži međusobno komuniciraju.

Ovaj način povezi vanja se provodi u 6 koraka:

1. Instalacija programa App Inventor - instalacija mora biti izvršena s računala koji ima administratorske ovlasti
2. Preuzimanje i instalacija MIT AI2 Companion aplikacije na telefon
3. Pokretanje ai Starter (samo za Windows i GNU/ Linux) - Korištenje emulatora ili USB kabela zahtijeva korištenje programa ai Starter.

4. Postavljanje uređaja za USB - na Android uređaju mora biti dopušteno "USB ispravljanje pogrešaka"
5. Povezivanje računala i uređaja - uređaj mora biti povezan kao "masovni uređaj za pohranu"
6. Ispitivanje veze preko stranice za ispitivanje veze - <http://appinventor.mit.edu/test/>

Slika 33 - Preuzimanje aplikacije

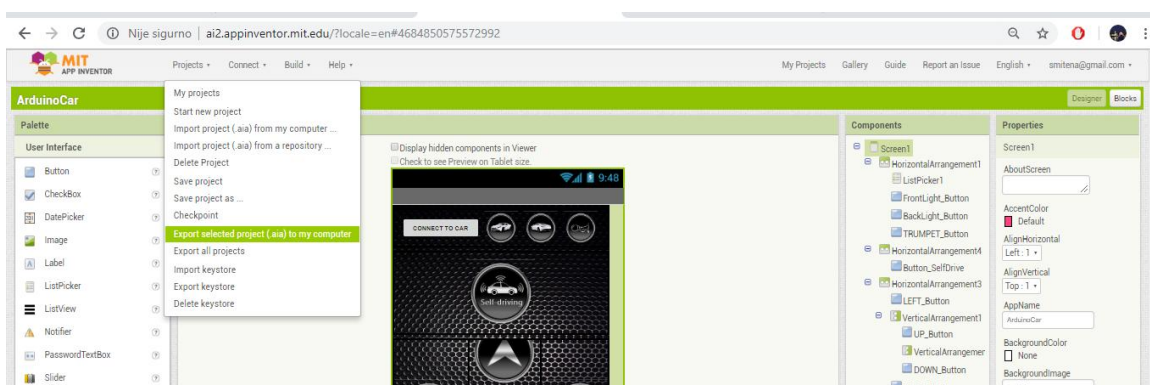


Izvor: Autorica

I posljednji način je **izvoz aplikacije na ne moriju telefona i instalacija**.

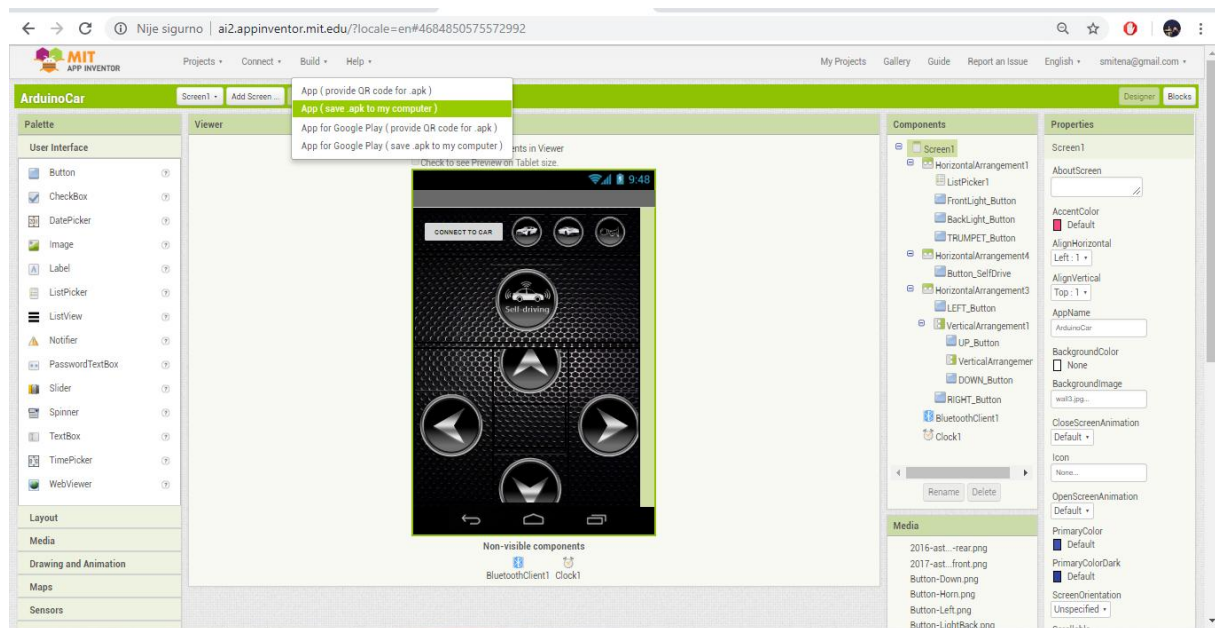
Aplikacija se može dijeliti u izvršnom obliku (.apk) koji se može instalirati na uređaj ili u obliku izvornog koda (.aia) koji se može učitati u App Inventor i ponovo koristiti. Aplikacija se može distribuirati i na trgovini Google Play.

Slika 34 - Prikaz izvoza .aia forme



Izvor: Autorica

Si ka 35 - Pri kaz spre manj a .apk for me



Izvor: Aut orica

5. Zaključak

Ranije je rečeno da je svrha ovog projekta približiti ljudima tehnologiju daljinskog upravljanja korištenjem tehnologije koja omogućava visok stupanj fleksibilnosti i personalizacije. Korištenjem dostupnih i jeftinih komponenti te korištenjem App Inventora kao besplatnog i pristupačnog alata za početnike, ovaj Arduino automobil lako može naći svrhu u podučavanju i uvođenju u programiranje u sustavu osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovanja.

Sama mogućnost Arduino tehnologije omogućava da se automobil konstantno mijenja i nadograđuje što omogućava širi spektar mogućih korisnika te zadovoljenje potencijalnih želja korisnika.

Što se daljnjih poboljšanja tiče, moguće je nabaviti dodatne elemente poput kamere. Tada bi automobil mogao biti iskorišten od strane policije ili vatrogasaca npr. za slanje u potragu za ozlijeđenima.

Literatura

1. Abduzeedo, Stylish Metallic Button in Photoshop, www.abduzeedo.com/node/56065 (01.10.2018.)
2. Arduino, www.arduino.cc/en/Guide/Introduction (10.09.2018.)
3. BangGood - specifikacije UNO R3 Sensor Shield V5 Expansion Board za Arduino - www.banggood.com/UNO-R3-Sensor-Shield-V5-Expansion-Board-For-Arduino-p-954753.html? (15.09.2018.)
4. Mikropik - pdf o SG90 slijedni-motorima, www.mikropik.com/PDF/SG90Slijedni.pdf (12.09.2018.)
5. Mnebea - Brushless DC Motors, www.nnbt.c.com/brushless-dc-motors/whybrushless-motors/ (12.09.2018.)
6. MIT App Inventor2, www.appinventor.mit.edu (17.09.2018.)
7. Wikipedija, članak o Bluetooth-u, hr.wikipedia.org/wiki/Bluetooth (10.09.2018.)

Popis kratica

IDE - Integrated Development Environment

LED - Light Emitting Diode

QR - Quick Response

USB - Universal Serial Bus

Popis slika

Slika 1 - Priказ Arduino Uno R3 ploče	3
Slika 2 - Specifikacije Arduino Uno R3 ploče	4
Slika 3 - Priказ bežičnog <i>Bluetooth</i> priopredajnika	4
Slika 4 - Priказ SG90 slijednog motora	5
Slika 5 - Priказ L298N Dual H Bridge Motor Controllera	5
Slika 6 - Funkcijski dijagram te prikaz korištenog V5 štita	6
Slika 7 - Priказ korištenog ultrazvučnog senzora	6
Slika 8 - Priказ modula zvučnog signala	7
Slika 9 - Priказ svjetlosnog senzora	7
Slika 10 - Priказ prirodnih dijelova automobila	8
Slika 11 - Priказ sastavljenog Arduino automobila	9
Slika 12 - Arduino IDE	11
Slika 13 - App Inventor - podrška korisnicima	22
Slika 14 - Sučelje MIT App Inventor platforme	23
Slika 15 - <i>Hocks</i> sučelje	24
Slika 16 - Priказ programske logike aplikacije (blokovi)	24
Slika 17 - <i>Palette</i> izbornik	25
Slika 18 - Priказ dostupnih <i>Bluetooth</i> uređaja	26
Slika 19 - Priказ aplikacije u <i>Designer</i> sučelju	27
Slika 20 - Izbornici <i>Components</i> i <i>Properties</i>	28
Slika 21 - Proces izrade gunba u Photoshopu	29
Slika 22 - Priказ gunba Self-driving (autonoma vožnja) i gunba za trubu	29
Slika 23 - Priказ aplikacije na mobilnom uređaju	30
Slika 24 - <i>Hocks</i> izbornik	31
Slika 25 - App Inventor - <i>Bluetooth</i> klijent	31
Slika 26 - Slika 25 - App Inventor - naredbe	32
Slika 27 - App Inventor - naredbe	32
Slika 28 - App Inventor - Clock	33
Slika 29 - Slika 28 - App Inventor - Autonoma vožnja	34
Slika 30 - MIT AI2 Companion	35
Slika 31 - QR kod	36
Slika 32 - Priказ povezivanja na emulator	37

Slika 33 - Preuzimanje aplikacije	38
Slika 34 - Prikaz izvoza .ai a for ne	38
Slika 35 - Prikaz spremanja .apk for ne	39

Popis tablica

Tablica 1 - Troškovnik	10
----------------------------------	----